

Amex F2

*Table des matières page(s)*

<b>INTRODUCTION</b> .....	2
<b>EXPÉRIENCES</b>	
Protocole de l'expérience : matériel et méthode .....	3
Schéma du montage .....	4
Résultats traités .....	4
<b>INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION</b> .....	6
<b>CONCLUSION</b> .....	6
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	7-8

## INTRODUCTION

La musique influence la croissance des plantes! Voilà l'affirmation qui est à la base de notre projet. Y a-t-il une base scientifique derrière cette affirmation? Intrigués, nous avons décidé d'en vérifier le bien fondé. Après de longues recherches documentaires, nous avons identifié une théorie, en cours de développement, qui expliquerait ce phénomène.

En effet, une théorie basée sur la résonance harmonique, élaborée par le physicien français Joël Sternheimer(1) , permet d'établir une relation entre la musique et le vivant; cette relation combine des notions de biologie moléculaire et de physique quantique. D'un côté, il s'agit de garder en tête le principe de base menant à la formation de protéines chez le vivant, soit qu'elles sont formées à partir d'une série d'acides aminés(2). De l'autre, il faut faire référence à la physique quantique: premièrement, la lumière peut se comporter comme une onde, deuxièmement, la lumière peut se comporter comme une particule, troisièmement, la relation entre la quantité de mouvement de la lumière et sa longueur d'onde ( $h p = ?$ ) et enfin, la matière (incluant les acides aminés), tout comme la lumière, possède un comportement ondulatoire et particulaire.

La formation des protéines implique un regroupement d'acides aminés (dénotés a.a. dans la suite du texte). En temps normal, on peut considérer les a.a. comme étant des molécules chimiques se comportant chacune, au niveau physique, comme des particules. Lorsque les a.a. transportés par les ARN de transfert, s'assemblent pour former une protéine, leur vitesse est considérablement ralentie; ils sont quasi immobilisés par les ARN de transfert. Leur comportement physique devient alors plutôt ondulatoire puisque leur vitesse devient négligeable. C'est à ce moment que les a.a. émettent des ondes dites d'échelle (ondes de nature quantique émises par les a.a. à des fréquences inaudibles reliant deux échelles, l'échelle des a.a. à l'échelle des protéines.) Ces ondes d'échelles, émises par les a.a. d'une protéine, peuvent être décodées à l'aide de calculs mathématiques(1) et ainsi être transformées en ondes sonores qui s'apparentent à la gamme tempérée utilisée musique. Exposer des organismes vivants à cette «musique» permettrait d'inverser la situation, c'est-à-dire de stimuler la production des a.a. correspondants et, par cette technique d'augmenter la production d'un certain type de protéine.

Soulignons qu'historiquement, les expériences voulant démontrer un lien entre la musique et les végétaux ont ou été conduites de façon «non scientifique» ou ont donné des résultats plutôt négatifs.

Cette théorie est donc contestée et loin d'être acceptée. C'est donc un sujet pleinement d'actualité et une occasion unique de l'explorer à l'aide d'une démarche scientifique rigoureuse.

L'hypothèse que nous avons émise au départ est la suivante : une série d'ondes musicales spécifiques peuvent influencer la synthèse d'une certaine protéine. À partir de là, nous avons cherché une protéine qui aurait une influence sur la croissance d'une plante et dont la séquence des acides aminés serait connue, ainsi qu'une plante de croissance rapide compte tenu des courts délais dont nous disposons. Nous avons sélectionné la protéine peroxydase-P7 et la Brassica Rapa comme plante expérimentale.

## EXPÉRIENCES

Nous avons premièrement déterminé les ondes sonores correspondantes à la séquence en acides aminés de la peroxydase-P7, protéine responsable de nombreux facteurs de développement chez la Brassica Rapa. En exposant ce végétal à cette « musique » spécifique, nous avons observé une différence significative quant à sa croissance normale. La croissance de la Brassica Rapa est affectée négativement par l'exposition à la « musique » spécifique correspondant à la séquence des acides aminés de la peroxydase-P7.

### Matériel :

- 2 Boîtes insonorisées (Safe & Sound) construites pour l'occasion avec néons (2x 15w par boîtes)
- Graines de Brassica Rapa
- 40 Pots à fleur de 10 cm de diamètre (40)
- Terre noire « texture riche » LiteWay de Premier
- 2 Ordinateurs équipés d'Interface Pasco Science Workshop 750 et de Data Studio 1.5.1
- 2 Sondes Pasco pour température (727-6559)
- 2 Sondes Pasco pour humidité relative (727-6505B)
- 2 Hauts-Parleur Harman/Kardon
- Étuve modèle 1510E de VWR Scientific Products
- Balance TR-204 de Denver Instrument Company
- Règle 30 cm

### Méthode :

Une fois les graines déposées en terre, les pots ont été distribués au hasard dans les deux boîtes. Une boîte est devenue le groupe expérimental, alors que l'autre est devenu le groupe témoin. Les deux boîtes sont semblables. Les deux boîtes comportent un haut-parleur, bien que seul celui du groupe

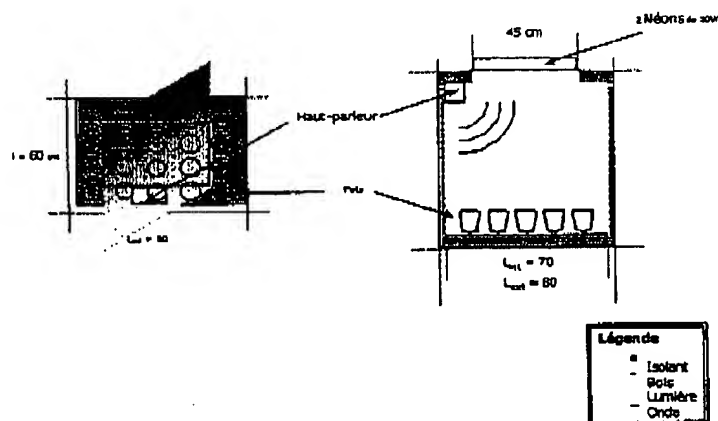
expérimental soit utilisé. Des capteurs de température et d'humidité ont été installés dans les boîtes afin d'assurer des conditions semblables. Les ordinateurs ont été réglés via le logiciel «Data Studio» pour relever automatiquement les données toutes les deux minutes. L'expérimentation initiale s'est déroulée du 18 mars au 1er avril 2002.

Les plantes ont été arrosées avec 20ml d'eau chacune, tous les lundis, mercredis et vendredis. La séquence sonore spécifique à la protéine peroxydase-P7, d'une durée de 2 min 16 sec, a été émise tous les jours du lundi au vendredi 14 fois consécutive, c'est-à-dire pendant 31 minutes 44 secondes par jour.

La hauteur des plants a été mesurée à plusieurs reprises, à quelques jours d'intervalle. La biomasse a été relevée à la fin de l'expérience en déterrants les plants avec précaution pour ensuite les nettoyer, les sécher à l'étuve à 30° pendant 25 minutes puis, les peser individuellement.

#### Schéma du montage

Voici le schéma des boîtes utilisées :



#### Résultats traités

Afin d'analyser les résultats obtenus, nous avons employé des calculs standards tels la moyenne et l'écart type à chaque prise de données. Chaque fois, il nous était possible de tracer un histogramme du nombre

de plants en fonction de la hauteur. À l'aide de la moyenne des hauteurs de nos plants, nous avons tracé la courbe de la moyenne des hauteurs en fonction du nombre de jours de pousse.

Pour ce qui est de la biomasse, nous avons construit un histogramme du nombre de plants en fonction de la biomasse

#### INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

En premier lieu, concernant la hauteur des plants, nous pouvons remarquer un écart significatif entre notre groupe témoin et notre groupe expérimental. Il nous a été possible de tracer une courbe de croissance qui témoigne de résultats concluants. En effet, sur le graphique de la moyenne de la hauteur des plants en fonction du nombre de jours de pousse, nous remarquons que les droites (plantes témoins et plantes « musicales ») s'éloignent graduellement l'une de l'autre. Au onzième jour de pousse, les plantes du groupe témoin atteignent une hauteur moyenne de 18% supérieure aux autres plants. Ainsi, les plants exposés à l'onde sonore ont présenté une croissance plus faible que nous attribuons à la synthèse de la protéine peroxydase. En second lieu, à partir de l'histogramme représentant la hauteur de chacun des plants pour chacun des groupes après 13 jours de pousse, nous notons que les plantes expérimentales atteignent pour la plupart des hauteurs inférieures aux autres plantes pour lesquelles nous avons omis l'exposition aux ondes sonores spécifiques. De ce fait, les plants du groupe témoin présentaient des hauteurs se concentrant pour 31% d'entre eux, autour de 9 et 10cm, alors que les plants expérimentaux présentaient principalement des hauteurs se situant entre 6 et 8 cm en se rendant difficilement au-delà de ces valeurs. Finalement, nous avons étudié la biomasse de nos végétaux sur une douzaine de plants de chacun des groupes. Une fois encore, nous dénotons une différence entre ces deux échantillons. D'abord, la moyenne de la biomasse des plantes témoins était de 2 mg supérieure à celle des plants expérimentaux. En outre, les plantes « musicales » présentaient un écart type supérieur à celui des plantes témoins, ce qui pourrait signifier qu'elles ont poussé de façon plus « désordonnée » comparativement au groupe témoin. En observant l'histogramme du nombre de plants en fonction de la biomasse, nous voyons clairement que les plantes du groupe témoin ont révélé des biomasses généralement supérieures aux autres plants exposés à la série d'ondes sonores. En fait, il n'y a aucun

plant du groupe témoin qui avait une biomasse inférieure à 50mg et 42% de l'échantillon avait une biomasse comprise entre 60 et 70 mg, tandis que chez les plantes exposées à la musique, on en trouvait 17% ayant des biomasses inférieures à 50mg et seulement 25% avait une masse entre 60 et 70mg. À l'intérieur des deux groupes, nous avons dénombré peu de plants avec une biomasse supérieure à 70mg. Dans ces circonstances, la biomasse ordinairement inférieure des plantes « musicales » témoigne d'une surproduction de la protéine peroxydase-P7 responsable d'un ralentissement du développement de celles-ci.

### CONCLUSION

Pour conclure, nous avons d'abord, en s'inspirant des travaux de M. Joël Sternheimer (« régulation épigénétique de la synthèse protéique ») et de diverses expériences effectuées dans des conditions semblables, déterminé des ondes sonores correspondantes à la séquence en acides aminés de la peroxydase, protéine responsable de nombreux facteurs de développement chez la *Brassica Rapa*. En exposant ce végétal à cette « musique » spécifique, nous avons observé une différence significative quant à sa croissance normale (groupe témoin). Après une quinzaine de jours seulement d'exposition à ces ondes sonores, il nous a été possible d'inhiber le développement de cette plante, ce qui confirme notre hypothèse de départ concernant l'existence d'une influence de certaines ondes sonores sur la croissance des plantes. Notre expérimentation fort simple permet d'imaginer que des recherches et expériences plus élaborées pourraient sans doute conduire à une révolution importante dans le domaine des biotechnologies concernant la croissance des végétaux. Et qui sait, la musique, ou plutôt un environnement sonore spécifique pourrait-il avoir une influence quelconque sur le développement de l'homme lui-même, pour qui la synthèse protéique est d'une importance fondamentale ?

**Bibliographie**

BAILLARGEON, Gérard, *Probabilités et Statistique*, Éditions SMG, Québec, 2002, 493 pages.

BENSON, Harris, *Onde, Optique et physique moderne*, Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., 2e édition, Canada, 1999, 428 pages.

HUOT, Richard et ROY, Gérard-Yvon, *Chimie Organique*, Éditions Carcajou, 2e édition, Québec, 1996, 629 pages.

(2) LEWIN, Benjamin, *Genes*, Éditions Flammarion, France, 1988, 762 pages.

MARIEB, Elaine, *Anatomie et physiologie humaines*, Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., 2e édition, Canada, 1999, 1194 pages.

(1) STERNHEIMER, Joël, *dépôt d'une demande brevet à l'Office européen des brevets ayant pour titre «Procédé de régulation épigénétique de la biosynthèse des protéines par résonance d'échelle»*, novembre 1993.

BONY, Eric, *La musique et les plantes*, retransché du site Internet :  
<<http://www.bekkoame.ne.jp/~dr.fuk/MusiquePlantesNC.html>>, le 5 novembre 2001.

BONY, Eric, *Influence de la musique sur les plantes*, retransché du site Internet :  
<<http://sciencefrontieres.free.fr/ar/stern.htm>>, le 5 novembre 2001.

STERNHEIMER, Joël, *Interactions Non-locales dans l'Expression des Gènes*, retransché du site Internet : <<http://www.bekkoame.ne.jp/~dr.fuk/InterNonlocF.htm>>, le 9 novembre 2001.

*The Amino Acids*, retransché du site Internet:

<<http://www.cryst.bbk.ac.uk/PPS2/course/section2/codes.html>>, le 8 janvier 2002

Groupe d'auteurs, *Régulation Épigénétique de la Biosynthèse des Protéines Appliquée à la Culture de Tomates*, retransché du site Internet :

<<http://www.bekkoamo.ne.jp/~dr.fuk/TomateSuisseF.html>>, le 1 janvier 2002

Groupe d'auteurs, *NCBI Sequence viewer*, retransché du site Internet :

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, le 14 avril 2002



Hauteurs de chacun des plants après 3 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	1,4	1	0
2	2,5	2	2
3	1,8	3	0
4	0,5	4	1,9
5	1,8	5	2
6	2	6	0,3
7	1	7	1,1
8	0	8	0
9	1,4	9	1
10	0	10	0
11	0	11	0
12	2,9	12	1,5
13	0	13	0
14	1,5	14	1,8
15	0,6	15	1,6
16	1,7	16	2,2
17	0	17	0

Hauteur totale (cm)	19,1	15,4
Moyenne	1,176923077	0,905862353
Écart type	0,580884214	0,652934552

Hauteur des plantes après 4 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	2,8	1	0
2	4,5	2	3,5
3	3,4	3	0
4	1,3	4	3,4
5	3	5	3,3
6	3,6	6	1,5
7	2,1	7	2,5
8	0	8	1
9	2,5	9	2
10	1,5	10	0
11	1	11	0
12	4,7	12	2,3
13	0	13	0,8
14	2,5	14	3
15	1,5	15	2,5
16	3	16	3,8
17	1	17	1,3

Hauteur totale (cm)	45,5	45,5
Moyenne	2,258823529	1,817647059
Écart type	1,185078801	0,849956746

Hauteur des plantes après 7 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	6,5	1	2
2	6,5	2	5

3	5,5	3	1,5
4	3	4	6,6
5	6,5	5	6,6
6	8	6	4,5
7	3,5	7	4,5
8	2,5	8	3,5
9	5	9	3
10	3,5	10	0
11	2,5	11	0
12	6,5	12	3,5
13	1,5	13	2,5
14	5,5	14	6
15	3,5	15	3,5
16	4,5	16	5
17	3,5	17	3,5

Hauteur totale (cm) 64,6 67,9  
 Moyenne 4,470588235 3,470588235  
 Écart type 1,291801068 0,903099239

#### Hauteurs des plantes après 9 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	7,1	1	6
2	7,5	2	6
3	6,2	3	3,2
4	4	4	8
5	7	5	6,1
6	7,5	6	8
7	5	7	6,5
8	4,5	8	5
9	6	9	6,4
10	5	10	2,5
11	3,5	11	1
12	8,5	12	4,5
13	5	13	5,1
14	7	14	7
15	4,5	15	4
16	5	16	8,2
17	6	17	5

Hauteur totale (cm) 99,3 88,6  
 Moyenne 5,841178471 5,205882353  
 Écart type 1,421292808 1,748024095

#### Hauteur des plantes après 11 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	7,5	1	7
2	8	2	5,5
3	6,3	3	3,3
4	6	4	8,6
5	7,9	5	6,6
6	7	6	6,2
7	4,5	7	6,6
8	6,1	8	7
9	7	9	6

10	5	10	5,7
11	3,1	11	2,5
12	5,1	12	3,5
13	5,3	13	5,8
14	0,5	14	0
15	3,2	15	3,3
16	5,7	16	5
17	0,0	17	5

Hauteur totale (cm) 102,8 04,8  
Moyenne 0,047008824 5,578470088  
Ecart type 1,537497011 1,564260773

Hauteur de chacun des plants après 15 jours de pousse

Plantes Témoins		Plantes Expérimentales	
Plant No	Hauteur (cm)	Plant No	Hauteur (cm)
1	9	1	9
2	8,2	2	8
3	0,0	3	4
4	0,0	4	5
5	8	5	7
6	7	6	0
7	4,4	7	7
8	5,5	8	8
9	7,1	9	0,4
10	5,3	10	2,2
11	3,5	11	4,4
12	0	12	0
13	5,0	13	5,5
14	7	14	7,8
15	4	15	4,0
16	0	16	5,5
17	7	17	5

Hauteur totale (cm) 109 102,9  
Moyenne 6,538461538 6,052041176  
Ecart type 0,660884214 0,662834052 1,0802123

Hauteur moyenne des plantes en fonction du temps

Jours	Plantes Témoins Moyenne Hauteur (cm)	Plantes Expérimentales Moyenne Hauteur (cm)
3	1,18	0,01
4	2,26	1,62
7	4,47	3,47
9	5,84	5,21
11	6,03	5,58
15	6,64	6,05

1,18 0,01  
2,26 1,62  
4,47 3,47  
5,84 5,21  
6,03 5,58  
6,64 6,05

NUMBRE DE PLANTES EN FURCHEUR DE LA HAUTEUR

Hauteur	Après 10 jours		Après 12 jours	
	Témoins	Expérimentales	Témoins	Expérimentales
10,21	2	5	2	2
13,31	2	4	2	5
17,50	2	0	4	0

19,01	2	1	2	2
19,10	5	0	0	2

wp2

Fig.1 Hauteur moyenne des plantes en fonction du temps

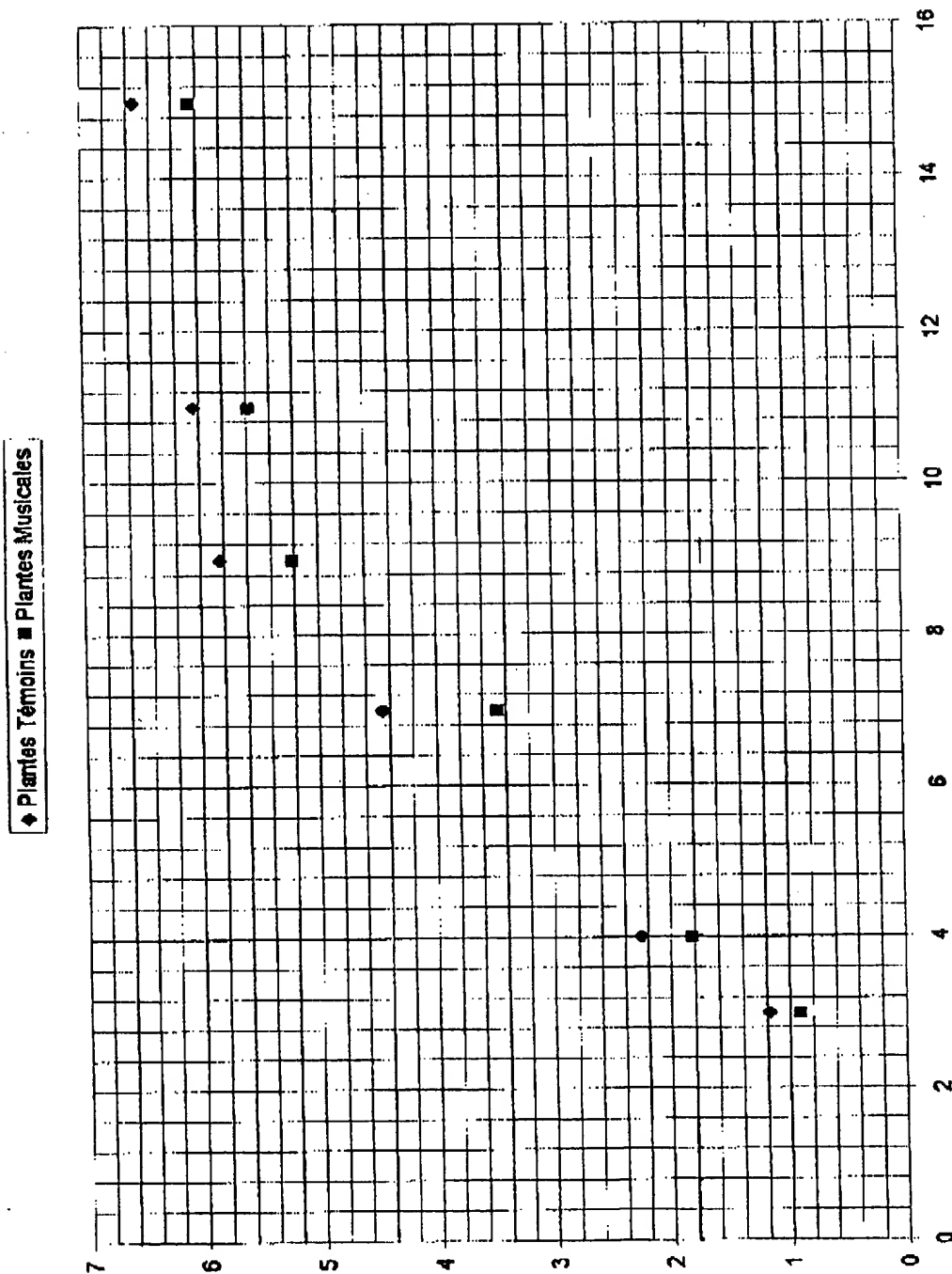
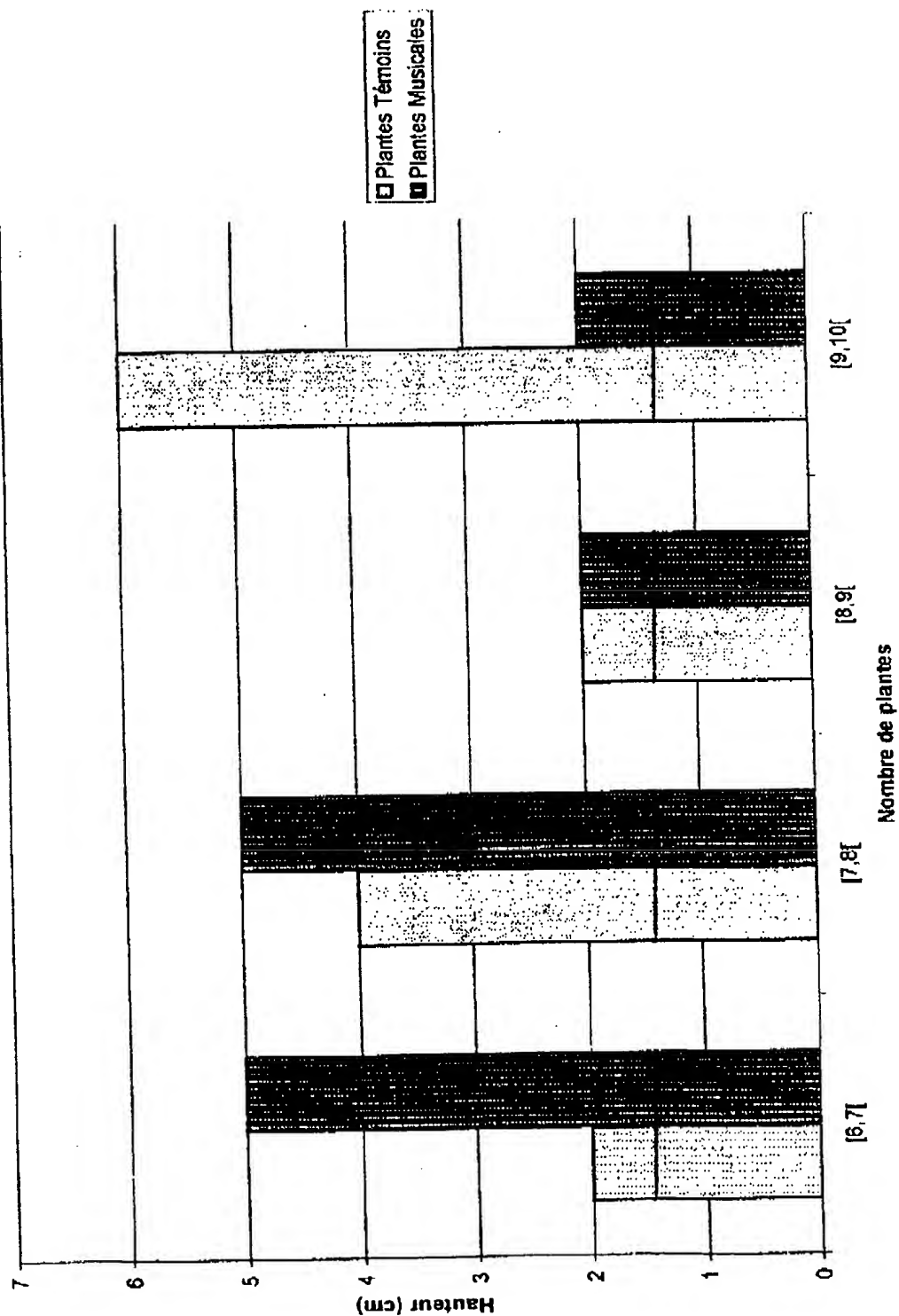
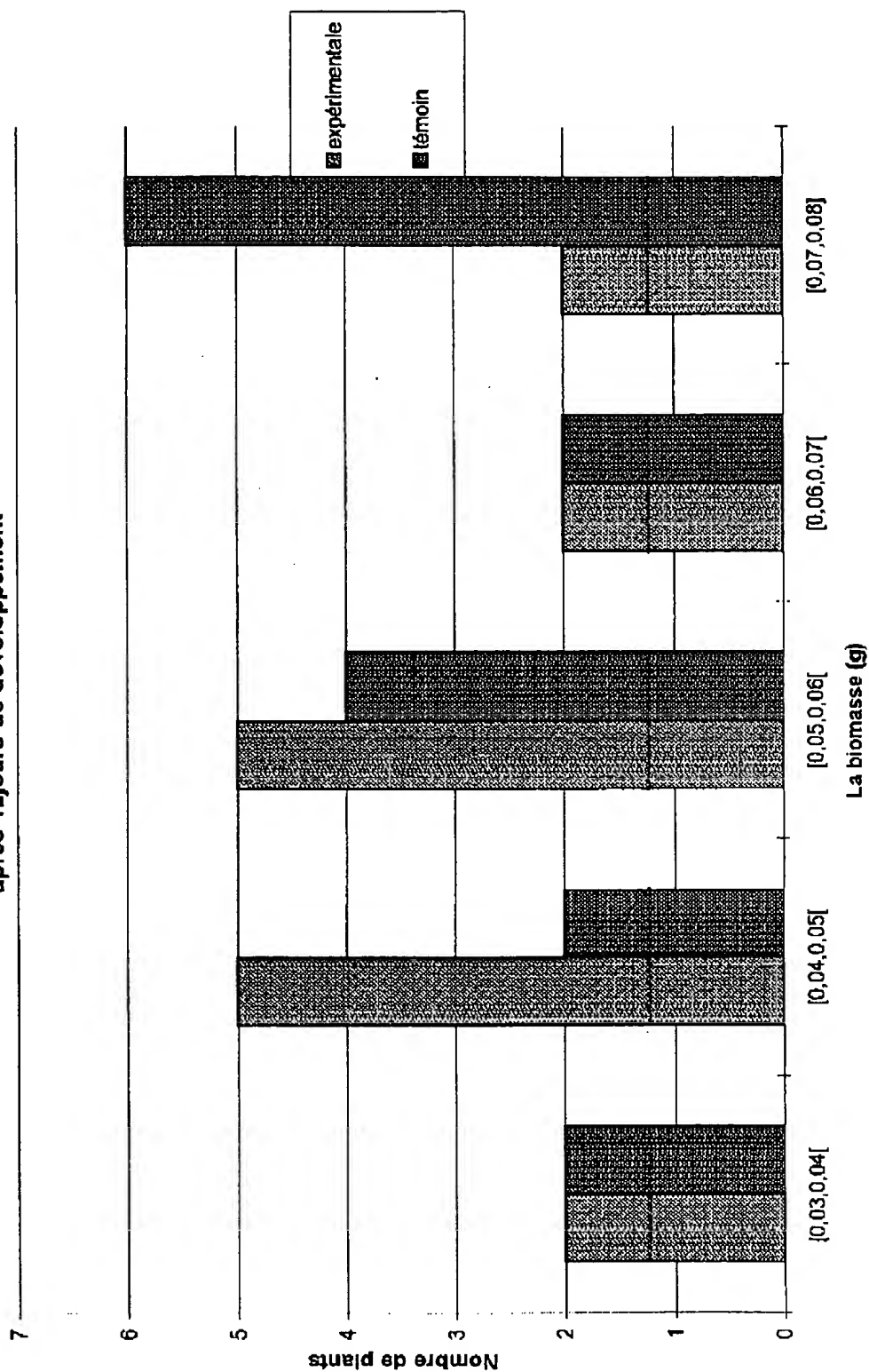


Fig.2 Nombre de plantes en fonction de la hauteur après 13 jours de pousse



graphique expérience 2

**Fig.3 Le nombre de plants en fonction de la biomasse sur 12 plants de chacun des groupes après 12 jours de développement**



Page 1